

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-76209
(P2000-76209A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 6 F 15/173		G 0 6 F 15/173	X
H 0 4 L 12/56		H 0 4 L 11/20	1 0 2 D

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-222352

(22) 出願日 平成11年8月5日 (1999.8.5)

(31) 優先権主張番号 9802903-6

(32) 優先日 平成10年8月6日 (1998.8.6)

(33) 優先権主張国 シンガポール (S G)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 ベク ユー・タン

シンガポール534415シンガポール、タイ・
セン・アベニュー、ブロック1022、04-
3530番、タイ・セン・インダストリアル・
エステイト、パナソニック・シンガポール
研究所株式会社内

(74) 代理人 100062144

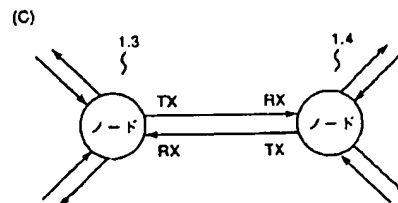
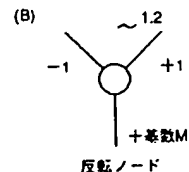
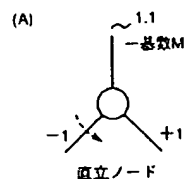
弁理士 青山 傑 (外1名)

(54) 【発明の名称】 3度ノードを基礎とするネットワークポロジ及びルーティングアルゴリズム

(57) 【要約】

【課題】 3度ノードを含むネットワークポロジの距離を改善する。

【解決手段】 既存の網状ネットワークにおけるノードを3リンクノードから成る二次元ネットワークポロジに変換し、2タプル基数nスキームに基づくネーミングスキームを使用して各3リンクノードについて固有のアドレスを生成し、3リンクノードの数値表示に基づく数学的基準を使用して各3リンクノードと隣接する3リンクノードとを相互接続し、これによって新たなネットワークポロジを形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 帯域幅を増加させ、網状に接続されたネットワークにおけるネットワークノード間の距離を減少させる方法であって、

a. ネットワークサブシステムの代表である網状に接続されたネットワークにおけるノードを3リンクノードから成る二次元的ネットワークトポロジに変換するステップと、

b. 数式を使用して特定ネットワークにおける各3リンクノードの固有アドレスを確保するため、2タプル基数 n スキームに基づくネーミングスキームを使用して3リンクノードのアドレスを生成するステップと、

c. 各3リンクノードの数字表示に基づいて数学的基準を使用する二地点間接続を介して連結を行うことによって、各3リンクノードを隣接する3リンクノードと相互接続し、特定構造のネットワークトポロジを形成するステップとからなる方法。

【請求項2】 ネットワークにおける各3リンクノードのアドレスの生成方法は、2タプル基数 n 数である X (MST, LST)を基礎とし、MSTは最も有意なタプルであり、LSTは最も有意でないタプルであり、特定ネットワークにおける各3リンクノードに対して2タプル数を生成する数式は特定ネットワークの列数 m と行数 n を基礎とする請求項1記載の方法。

【請求項3】 数理的基準は、直立及び反転ノードの3リンクの数値表示に基づいてネットワーク内の任意の異なる2ノード間の接続を決定し、2つのノード間のリンクの正しい接続は、直立及び反転ノード双方の3リンクの各々の数学的基準に基づく和をゼロにする請求項1記載の方法。

【請求項4】 網状に接続された3リンクノードで組織されるネットワークにおいて、データメッセージをソースノードから宛先ノードまで経路指定するための最短経路を発見する方法であって、ネットワークの各3リンクノードに総称的ルーティングアルゴリズムを導入するステップを含み、前記総称的ルーティングアルゴリズムはソースノードから横方向ノードを介して宛先ノードに至る経路が最短となるようにデータメッセージを現行ノードから隣接ノードへと出力するためのリンクを決定し、データメッセージが送信される各ノードにおいて総称的ルーティングアルゴリズムを実行するステップと、総称的ルーティングアルゴリズムによって決定されたリンクを介してデータメッセージを隣接ノードに出力するステップと、データメッセージが宛先ノードに到着するまで、前記実行ステップと前記出力ステップとを繰り返すステップとを含み、これにより、ソースノードから宛先ノードまでの最短経路を介するデータメッセージの送信を有効化する方法。

【請求項5】 総称的ルーティングアルゴリズムは、

a. 現行ノード及び宛先ノード間の行距離及び列距離を

2タプル基数 n で表示されたこれらのノードのアドレスに基づいて計算するステップと、

b. 経路指定されるデータメッセージの入力ポイントを決定するステップと、

c. ノードのタイプと現行ノード及び宛先ノード間の計算された最短距離とに基づいてデータメッセージの出力を決定するステップとを含む請求項4記載の方法。

【請求項6】 3リンクノードを使用してネットワークトポロジを構成する方法であって、

a. ネットワーク内の合計ノード数に基づいて、構成されるネットワークの行数及び列数を決定するステップと、

b. ネットワークの全てのノードについてアドレスを生成するステップと、

c. 数学的基準を使用してネットワーク内のノードの3リンクを相互接続するステップとを含み、前記数学的基準は直立及び反転ノードの3つのリンクの数値表示に基づいてネットワークにおける任意の異なる2ノード間の接続を決定し、2ノード間のリンクの正しい接続は、直立及び反転ノードの3リンクの各々の数学的基準に基づく和をゼロにする方法。

【請求項7】 ネットワーク構成の最小拡張増分を減少させるために、既存のネットワークに2行または2列のノードを追加して既存のネットワークを新たなネットワークに再形成し、これにより任意の2ノード間の距離の縮小及びネットワークのスケラビリティの改善を可能にするネットワークの位相的方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ノードの経路指定能力及びソースノードと宛先ノードとの間のデータの到着間時間を向上させるために、トポロジにおけるネットワークノードを配置する方法に関する。本発明による方法は、ネットワークプロトコルとは独立したものであり、異なるコンピュータネットワークにおけるコンピュータ間の遅延を改善するように既存のネットワークシステムを構築し相互接続するために使用することができる。

【0002】

【従来の技術】高速通信に対するニーズは従来、新たなネットワークトポロジの設計に際して、及びバックボーンネットワーク上での効率的なデータ経路指定のためのルーティングアルゴリズムに依存するネットワークトポロジにとって無視できないものである。

【0003】バックボーンネットワークの場合、ネットワークゲートウェイを効率的な方法で相互接続することの必要性は、端末間遅延に関わる良好なネットワーク性能にとって必須である。相互接続されたネットワークにおけるゲートウェイ数が増大するにつれて、ネットワークゲートウェイを相互接続するために選択されるネット

ワークトポロジーマた、異なるゲートウェイのコンピュータ端末間のリアルタイムサービスを提供する上での決定因子となり得る。

【0004】より多くのネットワークノード数の相互接続に使用されるネットワークトポロジーマた、スイッチング技術及びトポロジーマた、使用される方法を決定する。スイッチング技術の使用を介したネットワークトポロジーマた、低コスト、高信頼性でスケーラブルな連結性及びサービスを配信する能力がある。本発明はまた、ファイバーチャネルスイッチング技術に対応できるユーザによって定義されるネットワークトポロジーマたの1つとしても使用可能である。規格のファイバーチャネル族は、標準化委員会T11の責任であり、T11は、「情報技術規格全国委員会(NCITS)」に属する一委員会である。

【0005】既に存在し、国際規格の一部として実行されているネットワークトポロジーマたには、各々リング及びバストポロジーマたを基礎とするネットワークであるトークンリング及びイーサネット等、多数がある。相互接続ネットワークトポロジーマたは、静的タイプと動的タイプの2つの主要クラスに大別することができる。静的ネットワークトポロジーマたの大部分は、各々が2つ以上のリンクを有するノードを必要とする。

【0006】ネットワークトポロジーマたの性能を測る際には、ネットワークの直径が極めて重要である。ネットワークトポロジーマたの直径は、ネットワークにおける全ての可能ノード間の最短経路を表す1つの尺度である。ネットワークの直径は、ソースノードから宛先までメッセージを経路指定するためのリンク数を決定する。ネットワークトポロジーマたの直径は最短の可能経路を決定し、ルーティングアルゴリズムは、ソースノードから宛先までメッセージを経路指定することができる。その他、重要な2つのパラメータには、ネットワークノードの度数及びネットワークに対するノードの最小拡張増分が含まれる。ネットワークノードの度数は、ネットワークノードが保有しなければならないリンク数の一尺度である。最小拡張増分は、ネットワークに加えられる最小ノード数である。

【0007】3度ノードを使用する現時点で周知のネットワークトポロジーマたは、立方接続されたサイクルネットワークである。これは、ネットワークサイズが大きくなるにつれて大きい最小拡張増分を保有する。ネットワーク内のノード数が増加すると、ネットワークの直径はかなり大きくなる。このネットワークトポロジーマたにおける最も有害な要素の1つは、これが複雑なルーティングアルゴリズムを必要としていることにあり、当該アルゴリズムもまたネットワークトポロジーマたにおけるノード数に依存している。各ネットワークノードに於いて経路的アルゴリズムを使用することは不可能になるため、ネットワークトポロジーマたは、ネットワークサイズの増大に伴っ

て変更を余儀なくされるアルゴリズムを使用する。

【0008】既存のルーティングアルゴリズム及びネットワークトポロジーマたの多くは、ネットワークプロトコルのタイプに依存している。これらの制限事項は、コスト及び技術的困難さの両面で既に禁制であるとされている遺産ネットワークシステムに関する新たなルーティングアルゴリズム及びネットワークトポロジーマたの実行を必要としている。ルーティングアルゴリズムの中には、ソースと宛先との間のノードへと至る横断経路に関する情報を必要とするものがある。追加的な経路指定情報は、既に乏しい帯域幅資源にとつての負担となる。

【0009】

【発明の趣旨】本発明の1つの目的は、3度ノードを含むネットワークトポロジーマたの距離を改善することにある。本発明の他の目的は、網目状のネットワークトポロジーマたのためのノードの最小拡張増分を改善することにある。

【0010】本発明のさらなる目的は、ネットワークトポロジーマたのためのルーティングアルゴリズムの複雑さを低減することにより、特定サイズのネットワークトポロジーマたにおける3度ノードの各々について低コストルータの実行を有効化することにある。

【0011】本発明のさらに他の目的は、バックボーンネットワークアーキテクチャとして機能する能力のある高度にスケーラブルなネットワークトポロジーマたを提供して、ネットワークにおける任意の2ノード間の高速度データ配信を可能にすることにある。

【0012】本発明のさらなる目的の1つは、ネットワークトポロジーマた及びルーティングアルゴリズムの何れにも依存しない2地点間で接続されたネットワークのためのネットワークプロトコルを提供することにある。本発明のさらに他の目的の1つは、ソースノードから中間の横断ノードに至る経路指定情報の伝送をなくして経路指定管理における帯域幅ユーティリティを改善することにある。

【0013】これらの目的を達成するため、本発明によれば、帯域幅を増大し、網目接続されたネットワークにおけるネットワークノード間の距離を低減する、以下のステップを含む方法が提供されている。即ち、

a) ルータ、ブリッジ、ネットワーク交換用サブシステム等のネットワークサブシステムの代表である網目接続されたネットワークにおけるノードを、3リンクノードで構成される二次元ネットワークトポロジーマたに転換するステップと、

b) 数式を使用して特定ネットワークにおける3リンクノードの各々の固有アドレスを確保するために、2タプル基数-nスキームに基づくネーミングスキームを使用して3リンクノードのためのアドレスを生成するステップと、

c) 各3リンクノードの数値表示に基づいて、数学的基

準を使用して各3リンクノードと2地点間接続を介して連結を行う隣接する3リンクノードとを相互接続させ、特定形状のネットワークポロジを形成するステップとからなる方法である。

【0014】また、本発明によれば、以下の手段を含むシステムもまた提供されている。即ち、ネットワークサブシステムを構成し、当該ネットワークサブシステムを3リンクノードに基づくネットワークポロジに相互接続するための手段と、反転及び直立して配位された3リンクノードを使用して各ネットワークのサブシステムを構成するための手段と、3リンクノードの各々の固有アドレスまたは名称を生成するための手段と、ネットワークのサブシステムを構成してネットワークポロジに相互接続するための手段と、ルーティングアルゴリズムを使用してネットワークポロジにおけるソースノードと宛先ノードとの間でデータメッセージを経路指定し、ソースノードから宛先ノードまでの最短経路を選択するための手段とで構成している。

【0015】相互接続されるブリッジ、ルータ及びゲートウェイ等のネットワークサブシステムは、3リンクのネットワークノードによって表示される。これらのサブシステムの各々は、3つの二重リンクによって隣接するサブシステムとの相互接続を実行され、これにより、3リンクノードがネットワークサブシステムの代表にされる。これらのノードは各々、直立または反転されて配向される。3リンクノード間の相互接続は、数式に基づいて実行される。相互に接続された各ノードには、2タプル基数-n数値システムに基づいて固有のアドレスまたはネーミング規則が与えられる。ノードのネーミングに採用されるアドレス指定スキームは、ネットワーク構成における任意の2ノード間の最短経路を見出すためのルーティングアルゴリズムによって使用される。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明は、例示的实施形態に関する以下の詳細な説明を参照し、添付の図面に関連してこれを読み取れば最も良く理解されるであろう。図1の(a)及び(b)には各々、直立した3リンクノード1、1及び反転された3リンクノード1、2が示されている。3リンクノードの各リンクには、図のように固有の数字による表示(数値)が割り当てられている。ノードの各リンクへの数字表示の割り当ては、直立及び反転されたノードの各リンクに割り当てられた数字表示の合計がゼロであれば、直立ノード1、1及び反転ノード1、2間の正しい接続が達成されるように決定される。

【0017】図1の(c)には、2つのノード1、3及び1、1間の完全二重リンクの接続が示されている。

【0018】各ノードのアドレス指定またはネーミング規則は図2に示すように以下の数式によって説明される。

$$[1] \quad X(MST_n, LST_n) = X((y - n) \%$$

$m, y \% n)$

ここで、 $y = 0, 1, 2, 3, \dots, (m - n) - 1$

MST及びLSTは、有効タプルの最大、最小値を表し、%は作動率、mはネットワークにおける行数、nはネットワークにおける列数、yは1/eの整数、 $(y - n)$ は整数級法を表している。

【0019】互いに隣接するノードの2つのリンクの接続は、以下のような基準に従って達成される。

【2】直立配向された3リンクノード

$X(x2, x1)$ 、+veリンクは、 $X(x2, [(x1 + 1) \% n])$ 、-veリンクに接続される。 $X(x2, x1)$ 、-veリンクは、 $X(x2, [(x1 - 1) \% n])$ 、+veリンクに接続される。 $X(x2, x1)$ 、-ve基数Mリンクは、 $X([(x2 - 1) \% m], x1)$ 、-ve基数Mリンクに接続される。

【0020】【3】反転配向された3リンクノード
 $X(x2, x1)$ 、+veリンクは、 $X(x2, [(x1 + 1) \% n])$ 、+veリンクに接続される。 $X(x2, x1)$ 、-veリンクは、 $X(x2, [(x1 - 1) \% n])$ 、+veリンクに接続される。 $X(x2, x1)$ 、+ve基数Mリンクは、 $X([(x2 + 1) \% m], x1)$ 、-ve基数Mリンクに接続される。

【0021】図3から図5を参照して、3リンクノードを基礎とするネットワークポロジの構成は、図3から図5のフローチャートが示すアルゴリズムに基づいて実行することができる。

【0022】ネットワークポロジの構成は、2つの主要ステップ、即ちネーミングステップと接続ステップとに分割することができる。ネーミングステップでは、構築されていないネットワークにおけるノードが、直立してまたは反転されて配向された3リンクノードの何れかにマップされる。マップされたネットワークポロジにおける3リンクノードは、全て名称を付される。このネーミング工程は、ステップ2、1、2、2、3、2、4及び他の付番されていない諸ステップで構成される。

【0023】ステップ2、1では、所望のネットワークを構成するための行数mと列数nとを割り当てることによって、ネットワークパラメータが初期化される。さらに、ノード計数Node_Cntがゼロにリセットされる。次にステップ2、2で、固有の名称または名称の代表の生成が、上述の式[1]に基づいて、ネットワーク内に包含される全ての3リンクノードについて実行される。

【0024】1つの3リンクノードに固有のノードアドレスが割り当てられると、ノード計数が偶数であるか否かについて判断される。ノード計数が偶数であれば、ステップ2、3において、固有のノードアドレスを有する3リンクノードが直立して配向される3リンクノードとして選定される。ノード計数が奇数であれば、ステップ2、4において、該当する3リンクノードは反転されて配向されるノードとして選定される。ネットワークに包含さ

れる全ての3リンクノードについて、ノードアドレスの生成及び直立または反転配向の何れかの3リンクノードへの割当てが完了すると、ノードカウンタNode_Cnt、行カウンタm_Cnt及び列カウンタn_Cntを各々ゼロにリセットした後、工程は3リンクノードを接続する第2のステップに進む。

【0025】図3から図5を参照すると、ネットワーク構成の第2ステップは、構成されるネットワークにおける3リンクノードの各々に対して、3リンクの送受信ポートの接続を提供する。この接続動作は、[2]及び[3]に引用された基準に基づいて行われる。

【0026】ステップ2.6では、2つの3リンクノード間のリンク(+veリンク)の受信ポートと送信ポートが、[2]及び[3]の基準に基づいて接続される。またステップ2.7では、2つの3リンクノード間のリンク(-veリンク)の受信ポートと送信ポートとの接続が、基準[2]及び[3]に従って達成される。さらに、ステップ2.8では、直立して配向されたノードのリンク(-ve基数Mリンク)に対して、2つの3リンクノード間で受信ポート及び送信ポートが基準[2]及び[3]に従って接続され、ステップ2.9では、反転されて配向されたノードのリンク(+ve基数Mリンク)に対して、受信ポート及び送信ポートが基準[2]及び[3]に従って接続される。3リンクノードの全てについて上述のステップを繰り返すことにより、図2が示すようなネットワークトポロジーが構成される。

【0027】図7から図10までは、ネットワークトポロジーにおける任意の2つの3リンクノード間でメッセージを経路指定するために各3リンクノード内で実行されるルーティングアルゴリズムを示すフローチャートである。以後、3リンクノードを簡単にノードと称する。

【0028】このルーティングアルゴリズムは、構成されるネットワークトポロジーにおけるソースノード及び宛先ノード間の最短経路を保証するものである。当該アルゴリズムは、ネットワークトポロジーのサイズを知るためにm及びnの値を必要としている。さらに、最短の可能経路を探索するために、ソースノード及び宛先ノードのアドレスも必要である。

【0029】ステップ3.1では、ネットワーク内の仮想行の数が計算される。「仮想行」は、アドレスフィールドX(MST_n, LST_n)と同一のMST_n値を有する直立配向ノードまたは反転配向ノードの何れかのみで構成される行として定義される。

【0030】次のステップ3.2では、3.2のボックス内に表記された式に従ってソースノード及び宛先ノード間の列距離が計算される。列距離は、アドレスフィールドX(MST_n, LST_n)におけるソースノード及び宛先ノードのLST_n値を使用して計算される。正方向の列距離(n_{pos-dist})は、ソースノードの+veリンクの送信ポートから宛先ノードに至るまでにメッセージが

横断しなければならない横方向ノードの距離を与える。横方向ノードは、メッセージが宛先ノードへ送信されるまでに通過するノードである。負方向の列距離(n_{neg-dist})は、ソースノードの-veリンクの送信ポートから宛先ノードに至るまでにメッセージが横断しなければならない横方向ノードのリンク数を与える。n_{pos-dist}とn_{neg-dist}の単位はどちらも同じである。

【0031】ステップ3.3では、ステップ3.1で計算された仮想行を使用して仮想行距離が計算される。正方向の仮想行距離(m_{pos-dist})は、ソースノードの+ve基数Mリンクの送信ポートから宛先ノードに至るまでにメッセージが横断しなければならない横方向ノードの距離である。負方向の仮想行距離(m_{neg-dist})は、ソースノードの+ve基数Mリンクの送信ポートから宛先ノードに至るまでにメッセージが横断しなければならない横方向ノードの距離である。これらの2つの距離の計算は、ステップ3.3のボックス内に表記された条件に従って行われる。

【0032】ステップ3.2及び3.3において列距離及び行距離が計算された後は、メッセージの経路指定が水平方向及び垂直方向で決定される。

【0033】ステップ3.5及び3.4では、メッセージ経路指定の水平方向への可能方法が決定される。n_{pos-dist}<n_{neg-dist}(ステップ3.5)であれば、+veリンクが現行ノードのメッセージ経路指定方向n_{direct}として選択され、n_{pos-dist}>n_{neg-dist}(ステップ3.4)であれば、-veリンクがn_{direct}として選択される。第3の可能性は、n_{pos-dist}=n_{neg-dist}の場合のn_{direct}=LEVELである。「LEVEL」は、水平方向へのメッセージ経路指定が不要であることを意味している。この場合は、現行ノードの配向故に、現行ノードが垂直方向への経路指定のためのリンクを保有していないことが必要である。

【0034】ステップ3.6及び3.7では、メッセージ経路指定の垂直方向への3つの可能方法が決定される。m(宛先)<2-m(ソース)-2(ステップ3.6)であれば、m_{direct}はLEVELに設定される。m_{pos-dist}<m_{neg-dist}であれば、m_{direct}は、現行ノードの+ve基数Mリンクを指示するDOWNに設定される。m_{pos-dist}>m_{neg-dist}であれば、m_{direct}は、現行ノードの-ve基数Mリンクを指示するUPに設定される。

「LEVEL」は、宛先ノードが現行ノードと同一行にあることを示しており、ルーティングアルゴリズムがメッセージの入力ポートをメッセージの出力ポートとして選択することを防止する。m_{direct}がDOWNのときは、メッセージの経路指定として+ve基数Mリンクが選定され、m_{direct}がUPのときは-ve基数Mリンクが選定される。

【0035】ステップ3.8では、経路指定されるメッセージの原点を指示する「エントリポイント」に依存して

3.9, 3.10, 3.11, 3.12の4ケースに分類するために、メッセージの「エントリポイント」がチェックされる。

【0036】エントリポイント=ホストノードであれば、 m_direct は、3.9のボックス内に定義されている条件に従って設定される。エントリポイント=veリンクであれば、 m_direct 及び n_direct は、3.10のボックス内に定義されている条件に従って設定される。エントリポイント+veリンクであれば、 m_direct 及び n_direct は、3.11のボックス内に定義されている条件に従って設定される。エントリポイントがveまたは+ve基盤Mリンクのどちらでもよい場合は、 m_direct はステップ3.12でLEVELに設定される。

【0037】3.9乃至3.12の4ステップのうちの1つにおいて決定される変数 m_direct 及び n_direct は、各々、垂直及び水平方向における最終的な方向ポイントである。ステップ3.13は、3.13のボックス内に定義された条件に従って代替の経路指定手順を実行する。ステップ3.14では、最終的な経路指定出力リンクが決定される。

【0038】ソースノード及び横方向ノードは、宛先ノードに到達するまでにルーティングアルゴリズムを1回実行している。ルーティングアルゴリズムは、宛先アドレスが現行ノードのアドレスと同じになれば、処理を終了する。この場合は、現行ノードが宛先ノードである。ルーティングアルゴリズムは、横方向ノードの場合は2つの可能リンクのうちの1つから、またソースノードであれば3つの可能リンクのうちの1つからメッセージを経路指定する。このルーティングアルゴリズムは、ソースノードと宛先ノードとの間のメッセージの最短経路を発見することができる。

【0039】ネットワークの性能基準は、以下のように与えられる。即ち、ネットワーク内の2ノード間の最小距離は、ネットワークの直径に反映される。

直径 $M = 2 + N - 2$ $N > M$ の場合

直径 $M = N$ $N \leq M$ の場合

但し、 M はネットワークの行数であり、 N は列数である。

【0040】既存のネットワークポロジに追加することが可能なノードの最小増分数は、最小拡張増分に反映される。ネットワークポロジのこの特性は、ネットワークポロジのスケラビリティの標識を提供する。既存のネットワークへのノードの追加には、行追加及び列追加の2方法がある。

事例1：行追加

$$N_{\text{新}} = M_{\text{旧}} + 2$$

$$\text{追加ノード} = N = 2 \cdot N_{\text{旧}}$$

事例2：列追加

$$N_{\text{新}} = N_{\text{旧}} + 2$$

$$\text{追加ノード} = N = 2 \cdot M_{\text{旧}}$$

【0041】3リンクノードを使用するネットワークポロジのためのルーティングアルゴリズムの優位点は、以下のように要約される。

1. 各ノードまたは中央ノード毎にルーティングスキームを保持する必要がある。
2. アドレスまたは横方向ノード名の代表等の横方向ノードの経路指定情報を横方向ノード及び宛先ノードに送る必要がない。これによってメッセージを経路指定する間の帯域幅ユーティリティが削減される。
3. ルーティングアルゴリズムに必要な計算及びメモリリソースは最小であり、効率的な実行を達成することができる。これは主として、ルーティングタスクがネットワーク内に接続されたノード間に配分されるネットワークポロジのアーキテクチャに起因している。各ノードは3つの可能リンクからの経路指定データのみを担当し、ネットワーク内のノードによって実行される分配された経路指定努力は、理論上の最短経路の決定を保証する。
4. 1つのノードがネットワーク全体の経路指定を行う際に高度な計算性能を必要としない。
5. ルーティングアルゴリズムの分散型特性故に、3リンクノードのエミュレーションが容易に実行可能である。

このエミュレーションは、既存のネットワークに追加されるノード数が最小拡張増分より少ない場合に必要である。物理的ノードは、仮想ノードを最小の計算及びメモリリソースによって容易に実行することができる。

【0042】本発明の好適な実施形態に関連して添付図面を参照しながら本発明について詳細に説明してきたが、当業者には様々な変更及び修正が明白である点は留意されなければならない。こうした変更及び修正は、添付の請求項によって定義された本発明の範囲を逸脱することなく、その範囲内に含まれるものとして理解されなければならない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a)と(b)とは、各々直立して配位されたノード及び反転されて配位されたノードを示したものであり、(c)は隣接するノード間の完全二重リンクの接続を示したものである。

【図2】 3リンクノードで構成されたネットワークポロジを示したものである。

【図3】 本発明に一致するネットワークポロジ構成を示すフローチャートである。

【図4】 本発明に一致するネットワークポロジ構成を示すフローチャートである。

【図5】 本発明に一致するネットワークポロジ構成を示すフローチャートである。

【図6】 本発明に一致するネットワークポロジ構成を示すフローチャートである。

【図7】 本発明に一致する最短経路のルーティングアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図8】 本発明に一致する最短経路のルーティングアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図9】 本発明に一致する最短経路のルーティングアルゴリズムを示すフローチャートである。

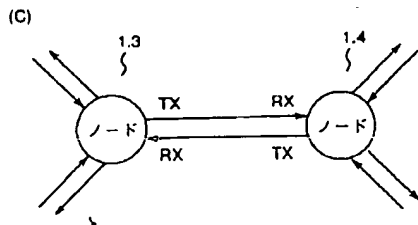
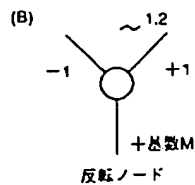
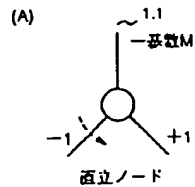
【図10】 本発明に一致する最短経路のルーティング

アルゴリズムを示すフローチャートである。

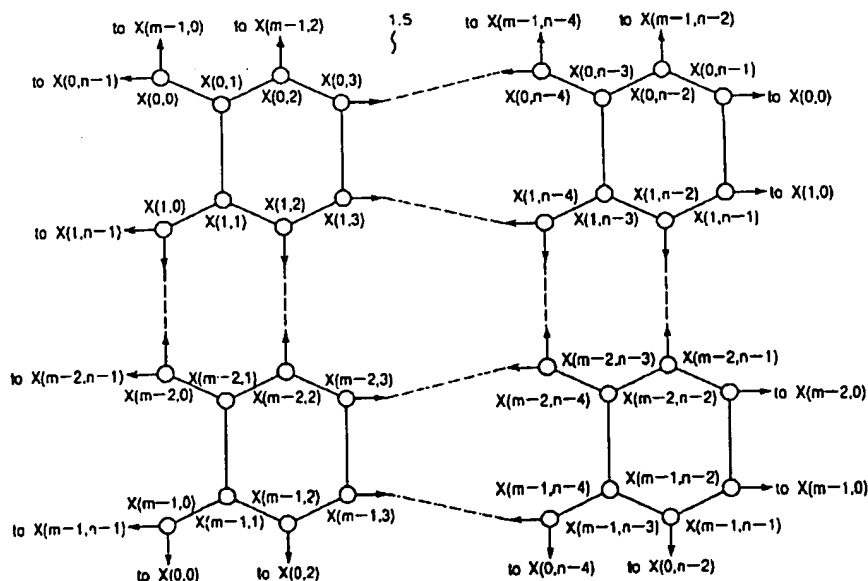
【符号の説明】

1. 1・・・直立した3リンクノード
1. 2・・・反転された3リンクノード
1. 3、1. 4・・・ノード

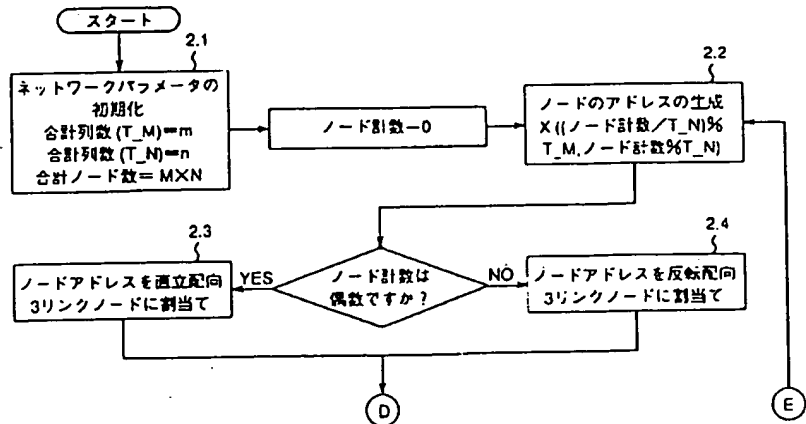
【図1】



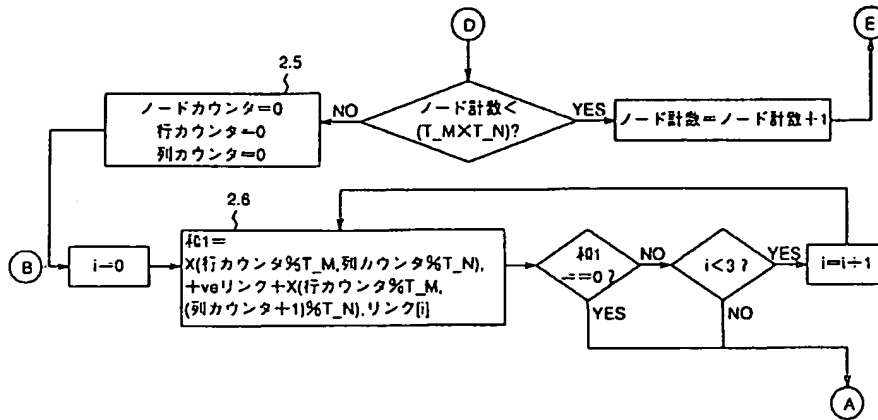
【図2】



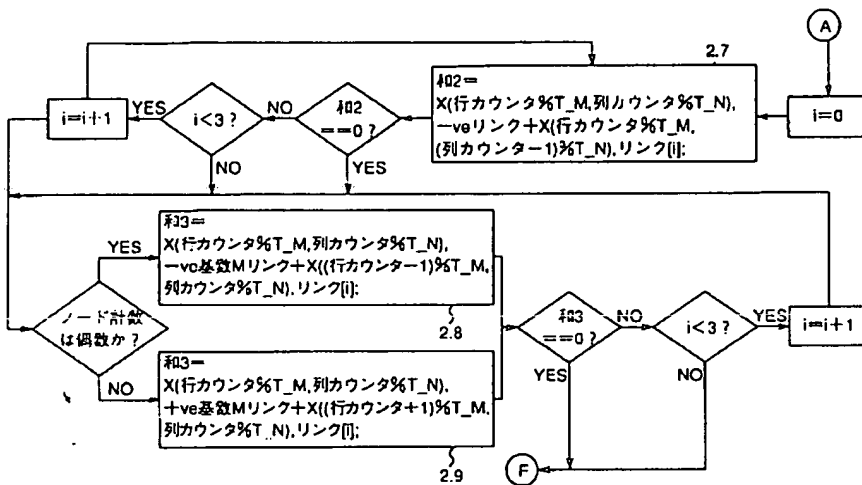
【図3】



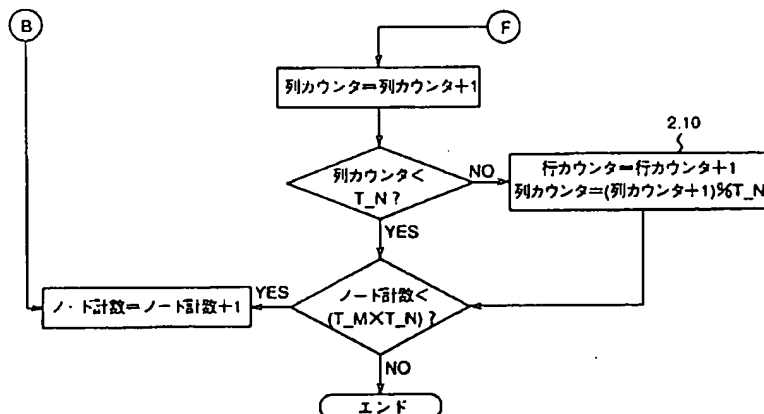
【図4】



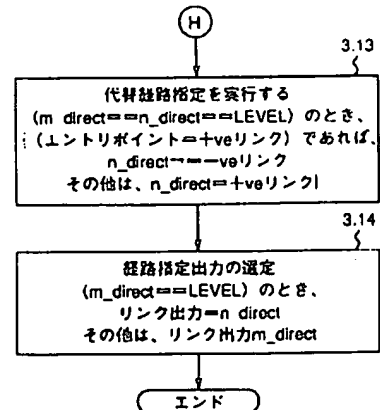
【図5】



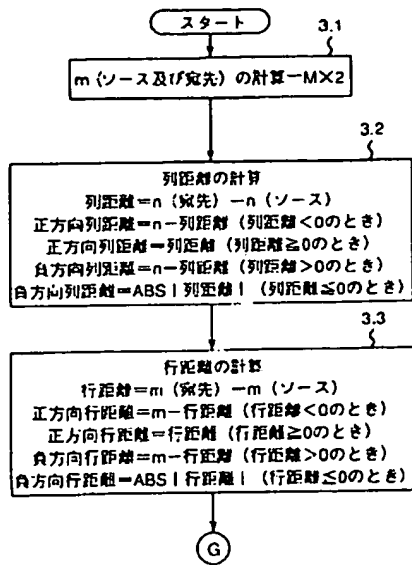
【図6】



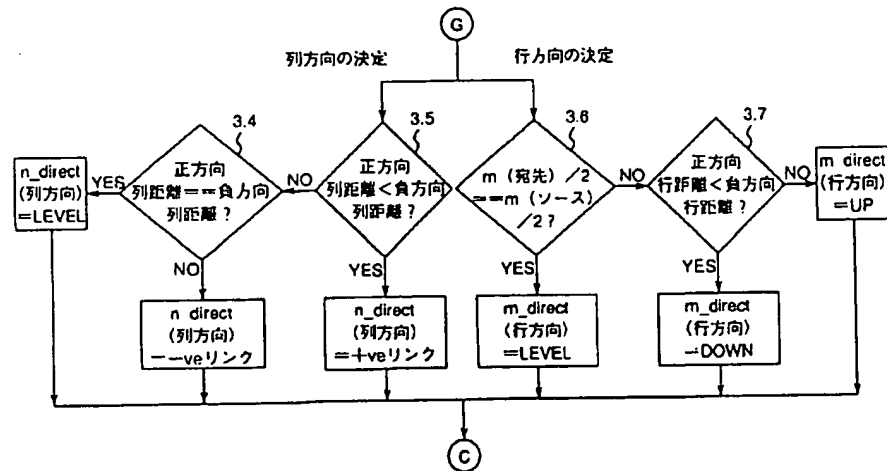
【図10】



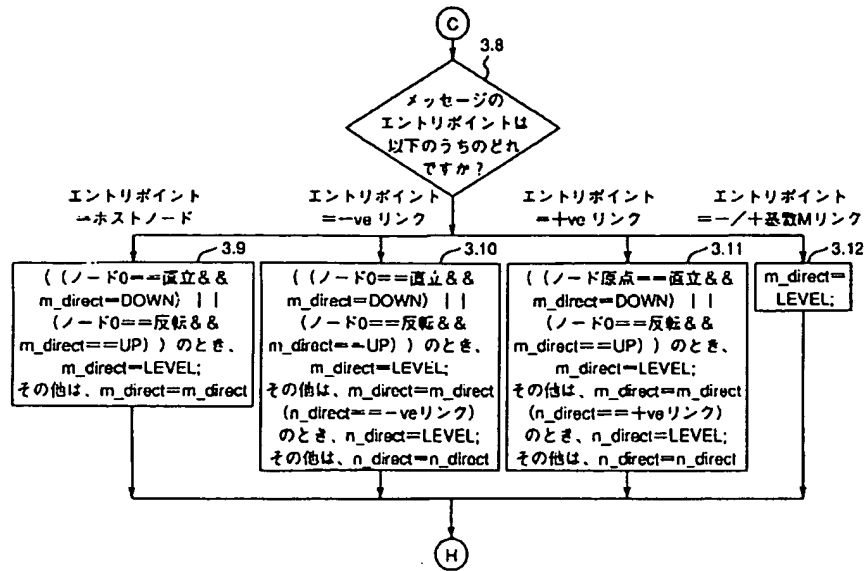
【図7】



【図8】



【図9】



- EPODOC / EPO

PN - JP2000076209 A 20000314
PD - 2000-03-14
PR - SG19980002903 19980806
OPD - 1998-08-06
TI - NETWORK TOPOLOGY BASED ON THREE DEGREE NODE AND ROUTING
ALGORITHM
IN - PEKU YU TAN
PA - MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
IC - G06F15/173 ; H04L12/56
- WPI / DERWENT

TI - Network topology designing method in computer network, involves interconnecting adjacent 3 link nodes to form network topology of specific structure, using mathematical standard based on digital display of nodes
PR - SG19980002903 19980806
PN - SG75867 A1 20001024 DW200060 H04L12/46 000pp
- JP2000076209 A 20000314 DW200024 G06F15/173 010pp
PA - (MATU) MATSUSHITA DENKI SANGYO KK
- (MATU) MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
IC - G06F15/173 ;H04L12/46 ;H04L12/56 ;H04L12/64
IN - TAN P Y
AB - JP2000076209 NOVELTY - A node in network, is converted to a 2D network topology consisting of 3 link nodes. Address of 3 link node is generated based on a 2 table radix n scheme, in order to secure intrinsic address of node in a specific network. Then, the adjacent 3 link nodes are interconnected, to form network topology of specific structure, using mathematical standard based on digital display of 3 link nodes.
- DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for routing algorithm.
- USE - For designing network topology in computer network.
- ADVANTAGE - Distance of the network topology which includes a node 3 degree is improved and inter-arrival time of data between the route designated capability of a node and source node and address node is raised.
- DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the connection of double link between adjacent nodes.
- (Dwg.1/10)
OPD - 1998-08-06
AN - 2000-278065 [24]
- PAJ / JPO

PN - JP2000076209 A 20000314
PD - 2000-03-14
AP - JP19990222352 19990805
IN - PEKU YU TAN
PA - MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD
TI - NETWORK TOPOLOGY BASED ON THREE DEGREE NODE AND ROUTING
ALGORITHM
AB - PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the distance of a network topology including three degree nodes by reducing the complexity of a routing algorithm for the network topology.
- SOLUTION: The configuration of a network topology can be divided into two main steps, that is, a naming step and a connecting step. In the naming step, a node in an unconstructed network is mapped into any of three link nodes which are erected or reversed and oriented. An address is generated by using a naming scheme based on a 2-tuple cardinal number (n) scheme to insure the inherent address of each of the three link nodes in a specified network by using a numerical equation. The respective three link nodes are interconnected with three adjacent link

nodes to form a network topology of a specific structure by performing connecting through point-to-point connection using the mathematical reference of the three respective link nodes.

I

-

G06F15/173 ;H04L12/56

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed description]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the technique of arranging a network node to a topology for raising the inter-arrival time of the routing capacity of a node, and the data between a source node and a destination node. The technique by this invention can be used in order to build and carry out the interconnection of the existing network system so that the retardation between the computers in the computer network which becomes independent and is different from a network protocol may be improved.

[0002]

[Prior art] The needs to a high-speed communication cannot be conventionally disregarded in case of a design of a new network topology for the network topology depending on the routing algorithm for efficient data path specification on a backbone network.

[0003] In the case of the backbone network, the need for carrying out the interconnection of the network gateway by efficient technique is indispensable for the good network performance in connection with the retardation between terminals. It may become a determinant when the network topology chosen in order to carry out the interconnection of the network gateway also offers the real-time service between the computer terminals of the different gateway as the number of the gateways in the network by which interconnection was carried out increases.

[0004] The network topology used for the interconnection of more numbers of network nodes also determines the technique used for switching technique and a topology. The network topology through use of switching technique has the capacity which distributes scalable connectivity and a scalable service by the low cost and high-reliability. this invention is usable also as one of the network topologies again defined by the user who can correspond to Fibre Channel switching technique. The Fibre Channel group of specification is the responsibility of the standardization committee T11, and T11 is one committee belonging to "the national [information technology specification] committee (NCITS)."

[0005] It already exists and a token ring, Ethernet, etc. which are a network on the basis of a ring and a bus topology respectively have masses in the network topology currently performed as a part of international standard. An interconnection network topology can be divided roughly into two main classes, a static type and a dynamic type. Most static network topologies need the node in which each has two or more links.

[0006] The diameter of a network is very important in case the performance of a network topology is measured. The diameter of a network topology is one scale of expressing the shortest path between all the possible nodes in a network. The diameter of a network determines the number of links for routing a message from a source node to the destination. The diameter of a network topology can determine the shortest possible path, and a routing algorithm can route a message from a source node to the destination. In addition, the minimum extension increment of the node to the frequency and network of a network node is included in two important parameters. The frequency of a network node

is one scale of the number of links which a network node must hold. The minimum extension increment is the number of the minimum nodes applied to a network.

[0007] The network topology of common knowledge by this time which uses a node 3 times is the cycle network by which cube connection was made. This holds the large minimum extension increment as a network size becomes large. The diameter of a network will become quite large if the number of nodes in a network increases. It is in one of the most detrimental elements in this network topology needing the routing algorithm with this complicated, and depends also for the concerned algorithm on the number of nodes in a network topology. Since it becomes impossible to use a general term-algorithm in each network node, a network topology uses the algorithm which is obliged to change in connection with increase of a network size.

[0008] The existing routing algorithm and many of network topologies are dependent on the type of a network protocol. These limitations need execution of the new routing algorithm and network topology about the inheritance network system supposed that it is already prohibition by both sides of a cost and technical difficulty. There are some routing algorithms which need the information about the transection path in which it results to the node between the source and the destination. An additional routing information already serves as the burden for scarce bandwidth resources.

[0009]

[The meaning of invention] One purpose of this invention is to improve the distance of the network topology which contains a node 3 times. Other purposes of this invention are to improve the minimum extension increment of the node for a mesh-like network topology.

[0010] The further purpose of this invention is by reducing the complexity of the routing algorithm for a network topology to validate execution of a low-cost router about each of a 3 times node in the network topology of a specific size.

[0011] The purpose of further others of this invention is to enable high-speed-data distribution between arbitrary 2 [in / a scalable network topology is offered highly and / a network] nodes with the capacity to function as backbone network architecture.

[0012] One of the further purposes of this invention is to offer the network protocol for the network connected by the point-to-point also depending on what ** of a network topology and a routing algorithm. One of the purposes of further others of this invention is to lose the transmission of a routing information which results in a middle transection node from a source node, and improve the bandwidth utility in a routing management.

[0013] In order to attain these purposes, according to this invention, bandwidth is increased and the method containing the following steps of reducing the distance between the network nodes in the network by which mesh connection was made is offered. Namely, a The node in the network which is representation of network subsystems, such as a router, a bridge, and a subsystem for network exchange, and by which mesh connection was made The step converted into the 2-dimensional network topology which consists of a 3 link node, and b In order to secure each peculiar address of 3 link node in a specific network using a formula two tuple -- the base -- with the step which generates the address for 3 link node using the naming scheme based on -n scheme c) It is the technique of consisting of a step which is made to carry out the interconnection of the adjoining 3 link node which connects through a three link each node and a point-to-point connection using mathematical criteria based on the digital readout of a three link each node, and forms the network topology of a specific configuration.

[0014] moreover, if it is alike and it is based on this invention, the system containing the following meanses is also offered Namely, the means for constituting a network subsystem and carrying out the interconnection of the concerned network subsystem to the network topology based on 3 link node, The means for it being reversed, and standing straight and constituting the subsystem of each network using configured 3 link node, The means for generating each peculiar address or name of 3 link node, The means for constituting the subsystem of a network and carrying out interconnection to a network topology, A data message is routed between the source nodes and destination nodes in a

network topology using a routing algorithm, and it constitutes from a means for choosing the shortest path to a destination node from a source node.

[0015] Network subsystems, such as a bridge by which interconnection is carried out, a router, and the gateway, are displayed by the network node of 3 links. Each of these subsystems has the interconnection with the subsystem which adjoins by three double links performed, and, thereby, 3 link node is made representation of a network subsystem. Respectively, it stands straight or is reversed and orientation of these nodes is carried out. The interconnection between 3 link nodes is performed based on a formula. each node connected mutually -- two tuples -- the base -- the peculiar address or a naming rule is given based on -n numeric-value system The addressing scheme adopted as a naming of a node is used by the routing algorithm for finding out the shortest path between arbitrary 2 nodes in a network configuration.

[0016]

[Gestalt of implementation of invention] this invention will be best understood, if this is read in relation to an attached drawing with reference to a detailed explanation of the following related with the instantiation-enforcement gestalt. 3 link node 1.1 and inverted 3 link node 1.2 which stood straight respectively are shown in (a) of drawing 1 , and (b). As shown in drawing, the display (numeric value) by the peculiar number is assigned to each link of 3 link node. Allocation of the digital display to each link of a node will be determined that the right connection between the erection node 1.1 and the inversion node 1.2 is attained if the sum of the digital display assigned to each link of the node stood straight and inverted is a zero.

[0017] Connection of the full duplex link between two nodes 1.3 and 1.4 is shown in (c) of drawing 1 .

[0018] Addressing or the naming rule of each node is explained by the following formulas as shown in drawing 2 .

[1] $X(MSTM, LSTN) = X((y/n)\%m, y\%n)$

here -- $y = 0$, and 1, 2 and 3 ... $(mxn) - 1$ -- MST and latest starting time express the maximum of an effective tuple, and the minimum value, in %, a work done factor line count [in / in / a network in m], the number [in a network in n] of trains, and y express the integer of +ve, and (y/n) expresses the ***** method

[0019] Connection of two links of the node which adjoins mutually is attained according to the following criteria.

[2] The 3 link node $X(x2, x1)$.+ve link by which erection orientation was carried out is X (it connects with $x2$ and a $[(x1+1)\%n]$.-ve link.). An $X(x2, x1)$.-ve link is X (it connects with $x2$ and a $[(x1-1)\%n]$.-ve link.). $X(x2, x1)$.-ve -- the base -- M link -- $X([(x2-1)\%m], x1)$.-ve -- the base -- it connects with M link

[0020] [3] The 3 link node $X(x2, x1)$.+ve link by which inversion orientation was carried out is X (it connects with $x2$ and a $[(x1+1)\%n]$.-ve link.). An $X(x2, x1)$.-ve link is X (it connects with $x2$ and a $[(x1-1)\%n]$.-ve link.). $X(x2, x1)$.+ve -- the base -- M link -- $X([(x2+1)\%m], x1)$.-ve -- the base -- it connects with M link

[0021] With reference to drawing 5 , the configuration of the network topology on the basis of 3 link node can be performed from drawing 3 based on the algorithm which the flow chart of drawing 5 shows from drawing 3 .

[0022] The configuration of a network topology can be divided into two main steps, i.e., a naming step, and a connection step. At a naming step, a map is carried out to either of the 3 link nodes to which it stood straight, or was reversed and orientation of the node in the network which is not built was carried out. A name is given to all 3 link nodes in the network topology by which the map was carried out. This naming process consists of many steps of steps 2.1, 2.2, 2.3, and 2.4 and others to which a number is not assigned.

[0023] At step 2.1, a network parameter is initialized by assigning line-count m and number n of trains for constituting a desired network. furthermore, a node -- counting -- Node_Cnt is reset by the

zero Next, generation of representation of a peculiar name or a name at step 2.2 is performed about all 3 link nodes included in a network based on an above-mentioned formula [1].

[0024] if a node address peculiar to one 3 link node is assigned -- a node -- it is judged about whether counting is even a node -- if counting is even, in step 2.3, it will be selected as a 3 link node to which 3 link node which has a peculiar node address stands straight, and orientation is carried out a node -- if counting is odd, in step 2.4, corresponding 3 link node will be selected as a node by which orientation is inverted and carried out If the allocation to one 3 link node of generation and erections, or inversion orientation of a node address is completed about all 3 link nodes included by the network, a process will progress to the 2nd step which connects 3 link node, after resetting respectively node counter Node_Cnt, line-counter m_Cnt, and train counter n_Cnt to a zero.

[0025] If drawing 5 is referred to from drawing 3, the 2nd step of a network configuration will offer connection of the transceiver port of 3 links to each of 3 link node in the network constituted. This connection operation is performed based on the criteria quoted by [2] and [3].

[0026] At step 2.6, the receive port and transmit port of the link between two 3 link nodes (+ve link) are connected based on the criteria of [2] and [3]. Moreover, at step 2.7, the connection between the receive port of the link between two 3 link nodes (-ve link) and a transmit port is attained according to criteria [2] and [3]. Furthermore, the link (-ve the base M link) of a node by which orientation was stood straight and carried out at step 2.8 is received. A receive port and a transmit port are connected between two 3 link nodes according to criteria [2] and [3], and a receive port and a transmit port are connected at step 2.9 according to criteria [2] and [3] to the link (+ve the base M link) of a node by which orientation was inverted and carried out. A network topology which drawing 2 shows is constituted by repeating an above-mentioned step about all of 3 link nodes.

[0027] Drawing 10 is the flow chart which shows the routing algorithm performed within a three link each node in order to route a message between two arbitrary 3 link nodes in a network topology from drawing 7. Henceforth, 3 link node is simply called a node.

[0028] This routing algorithm guarantees the shortest path between the source node in the network topology constituted, and a destination node. The concerned algorithm needs the value of m and n, in order to know the size of a network topology. Furthermore, in order to search for the shortest possible path, the address of a source node and a destination node is also required.

[0029] At step 3.1, the number of the virtual lines in a network is calculated. A "virtual line" is defined as a line which consists of either an erection orientation node which has the same MSTM value as address-field X (MSTM, LSTN), or an inversion orientation node.

[0030] At the following step 3.2, the train distance between a source node and a destination node is calculated according to the formula written in the box of 3.2. Train distance is calculated using LSTN value of the source node in address-field X (MSTM, LSTN), and a destination node. The train distance (n_pos-dist) of the right orientation gives the distance of the longitudinal direction node which a message must cross by the time it results [from the transmit port of +ve link of a source node] in a destination node. A longitudinal direction node is a node which will pass by the time a message is transmitted to a destination node. The train distance (n_neg-dist) of the negative orientation gives the number of links of the longitudinal direction node which a message must cross by the time it results [from the transmit port of -ve link of a source node] in a destination node. Both units of n_pos-dist and n_neg-dist are the same.

[0031] At step 3.3, virtual line distance is calculated using the virtual line calculated at step 3.1. the virtual line distance (m_pos-dist) of the right orientation -- +ve of a source node -- the base -- it is the distance of the longitudinal direction node which a message must cross by the time it results [from the transmit port of M link] in a destination node the virtual line distance (m_neg-dist) of the negative orientation -- +ve of a source node -- the base -- it is the distance of the longitudinal direction node which a message must cross by the time it results [from the transmit port of M link] in a destination node A calculation of such two line distance is performed according to the conditions written in the box of step 3.3.

[0032] After calculating train distance and line distance in steps 3.2 and 3.3, message routing is determined in a horizontal direction and a perpendicular direction.

[0033] At steps 3.5 and 3.4, the possible technique to the horizontal direction of message routing is determined. If it is $n_pos-dist < n_neg-dist$ (step 3.5), +ve link will be chosen as orientation n_direct of a present node, and if it is $n_pos-dist > n_neg-dist$ (step 3.4), -ve link will be chosen as n_direct . The 3rd possibility is $n_direct = LEVEL$ in $n_pos-dist = n_neg-dist$. "LEVEL" means that the message routing to a horizontal direction is unnecessary. In this case, it is required not to hold the link for routing to a perpendicular direction of the orientation of a present node, therefore a present node.

[0034] At steps 3.6 and 3.7, the three possible technique to the perpendicular direction of message routing is determined. If it is $2 = m [m (destination) /] (source) / 2$ (step 3.6), m_direct will be set as LEVEL. if it is $m_pos-dist < m_neg-dist$ -- m_direct -- +ve of a present node -- the base -- it is set as DOWN which directs M link if it is $m_pos-dist > m_neg-dist$ -- m_direct -ve of a present node -- the base -- it is set as UP which directs M link It is shown that "LEVEL" has a destination node in the same line as a present node, and it prevents that a routing algorithm chooses the input port of a message as an output port of a message. the time of m_direct being DOWN -- message routing ***** -- +ve -- the base -- the time of M link being selected and m_direct being UP -ve -- the base -- M link is selected

[0035] In order to classify into four cases of 3.9, 3.10, 3.11, and 3.12 according to step 3.8 depending on the "entry point" which directs the zero of the message routed, the "entry point" of a message is checked.

[0036] If it is an entry-point = host node, m_direct will be set up according to the conditions defined in the box of 3.9. If it is an entry-point = -ve link, m_direct and/or n_direct will be set up according to the conditions defined in the box of 3.10. If it is an entry-point = +ve link, m_direct and/or n_direct will be set up according to the conditions defined in the box of 3.11. an entry point -ve or +ve -- the base -- when whichever of M link is sufficient, m_direct is set as LEVEL at step 3.12

[0037] Variable $m_directs$ and $n_directs$ which are determined in one of four steps of 3.9 or 3.12 are a perpendicular and the final orientation pointer which can be set horizontally respectively. Step 3.13 performs a substitute routing procedure according to the conditions defined in the box of 3.13. A final routing output link is determined at step 3.14.

[0038] By the time a source node and a longitudinal direction node reach a destination node, they will perform the routing algorithm once. A routing algorithm will end processing, if a destination address becomes the same as that of the address of a present node. In this case, a present node is a destination node. In the case of a longitudinal direction node, from one of two possible links, if a routing algorithm is a source node, it will route one of three possible links to a message. This routing algorithm can discover the shortest path of the message between a source node and a destination node.

[0039] The performance criteria of a network is given as follows. That is, the minimum distance between 2 nodes in a network is reflected in the diameter of a network.

$2 + N [diameter = M /] / 2$ Case diameter = M of $N > M$ The case of $N \leq M$, however M are the line counts of a network, and N is the number of trains.

[0040] The number of the minimum increments of a node which can be added to the existing network topology is reflected in the minimum extension increment. This property of a network topology offers the indicator of the scalability of a network topology. There is the 2 technique of a line addition and a train addition in an addition of the node to the existing network.

an example 1 -- a :line addition $N_{new} = M_{old} + 2$ addition node and the $N = 2 \times N_{old}$ example 2 -- :train addition $N_{new} = N_{old} + 2$ addition node and $N = 2 \times M_{old}$ things -- [0041] The dominance point of the routing algorithm for the network topology which uses 3 link node is summarized as follows.

1. It is not necessary to hold a routing scheme for every node or central node.
2. It is not necessary to send the routing information on longitudinal direction nodes, such as

representation of the address or a longitudinal direction node name, to a longitudinal direction node and a destination node. A bandwidth utility while routing a message by this is cut down.

3. A calculation and a memory resource required for a routing algorithm are the minimum, and can attain efficient execution. This mainly originates in ***** of the network topology distributed between the nodes by which the routing task was connected into the network. Each node takes charge only of the routing data from three possible links, and the distributed routing efforts which are performed by the node in a network guarantee the decision of the theoretical shortest path. In case 4.1 nodes route the whole network, an advanced calculation performance is not needed.

5. The distributed property of a routing algorithm, therefore the emulation of 3 link node are execute permissions easily. This emulation is required when there are few nodes added to the existing network than the minimum extension increment. A physical node can perform a virtual node easily by the minimum calculation and the memory resource.

[0042] Although this invention has been explained in detail, referring to an accompanying drawing in relation to the suitable enforcement gestalt of this invention, the point that various change and corrections are clear must be taken notice of by this contractor. Such a change and such correction must be understood as what is contained within the limits of it, without deviating from the domain of this invention defined by the attached claim.

[Translation done.]